NACHWEISARBEIT
KONSTRUKTIONSGESCHICHTE I
WS 2017/ 18

Eingereicht von: Sarah Vierjahn

1. Semester

Matrikel Nummer: 16301

Fachhochschule Potsdam

Fachbereich 3 – Bauingenieurwesen (Dipl.)

Lehrender: Prof. Dr. Andreas Kahlow

Abgabetermin: 19.03.2018

Historische Dachkonstruktionen am Beispiel des ehemaligen Kuhstalles auf dem Gutshof von Paulinenaue (Havelland)





Inhalt

Geschichte des Objektes S. 4

Konstruktion Pfettendach S. 6

Anschlüsse S. 8

Aussteifung und Lastabtrag S. 8

Vor- und Nachteile der Konstruktion S. 9

Denkmalschutz S. 10

Restaurierung des Dachstuhles S. 10

Fazit S. 12

Quellen und Literatur S: 13

Abbildungsverzeichnis S. 16

Anhang

- Anlagenverzeichnis
- Anlagen

Historische Dachkonstruktionen am Beispiel des alten Paulinenauer Kuhstalles

Grundsätzlich unterteilt man Dachkonstruktionen in Pfettendächer und Sparrendächer, wobei diese wiederum in verschiedenen Varianten ausgeführt werden können. Kehlbalkendach, Hängewerk und Sprengwerk sind weitere Begriffe, die im Zusammenhang mit Dachkonstruktionen in der Fachliteratur auftauchen. Dass eine historische Dachkonstruktion aber nicht unbedingt als reiner Typ zu bezeichnen ist, sondern oft Mischformen vorkommen und z.B. Spreng- und Hängewerke Bestandteile anderer Konstruktionen sein können, zeigt das Beispiel des Kuhstalles auf dem ehemaligen Gutshof von Paulinenaue, einem Dorf mit ca. 1000 Einwohnern im Landkreis Havelland. Hier liegt ein dreifach liegender Pfettendachstuhl mit einer Hängesäule und Drempel vor, der aber auch als eine Kombination aus Hänge-, und Sprengwerk aufgefasst werden kann.

Geschichte des Objektes

In der 1984 von Günter Wacker verfassten Ortschronik Paulinenaues heißt es: „Das seit 1833 zum Gutsbezirk Pessin gehörende Vorwerk Paulinenaue wurde 1914 von dem […] Gutsbesitzer von Knoblauch an den Grundstücksmakler Staroßte verkauft. Dieser ließ das Gutshaus aufstocken, Ställe und Scheunen erneuern und am sogenannten „Neubau“ […] 5 Gutsarbeiterhäuser bauen.“ [18, S. 20]. Zu einem dieser, damals auf dem Grundriss von Vorgängerbauten allerdings neu errichteten Ställe, gehörte auch der Kuhstall. Somit lässt sich das Erbauungsjahr um 1914 datieren, wie es auch das Brandenburgische Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Museum angibt [vgl. 20]. Noch bis ca. 1996 wurde der Stall als solcher genutzt [4]. Danach war das komplette Gebäude leerstehend. 2016 wurde Jan Gabriel, ein privater Investor und Liebhaber alter Gebäude, auf den unter Denkmalschutz stehenden Stall aufmerksam und entwickelte gemeinsam mit Architekten und Bauingenieuren ein Konzept zur Neubelebung. Seit März 2017 laufen die Umbauarbeiten, um barrierefreie Wohnungen sowie Räume für eine Nutzung als Tagespflegeeinrichtung zu schaffen. Fünf Monate später fand nach 102 Jahren ein erneutes Richtfest statt [21].



Abbildung 1 – Richtfest
Gut zu sehen sind die ausgetauschten Hölzer in der Giebelwand.
Foto: Joachim Scholz. 2017.

Im Zeitraum von 1914 bis 2017 blieb die äußere Gestalt sowie die Konstruktion des Kuhstalles weitgehend unverändert. Als Tiefstall für Kälber gebaut, wurde er 1964 zum Milchviehstall in Anbindehaltung umfunktioniert. Die großen Holztore wurden 1972 erneuert und in den 60er Jahren bekam der Heuboden eine Einblastechnik. Wann die Fassade mit größeren Fenstern ergänzt wurde ist unbekannt [4]. Nennenswert ist, dass im Ausgangszustand ein Lüftungsturm auf dem Dach existierte, welcher jedoch in den 1970er Jahren bei einem Sturm herunterfiel. Aufgrund einer mangelnden Rüstung gelang es nicht, den Turm neu aufzurichten und das historische Bild wiederherzustellen. Als geschichtlich äußerst wertvoll zu betrachten ist die Kugel, die den Turm krönte. In ihr waren vermutlich Schriften mit Informationen zur Errichtung des Gebäudes enthalten. Der ortsansässige Stellmacher bewahrte

diese nach dem Herunterfallen des Turmes in seiner Werkstatt auf. Jedoch wurde sie entwendet, sodass dieses wertvolle Relikt verloren ging. Das Nachbargebäude, ehemals Schweine- und später Kälberstall, besaß auch einen solchen Turm, ist aber in seiner restlichen Konstruktion verschieden.



Abbildung 2 - Ansicht mit Turm
Bei dem hinteren mit Turm bestückten Gebäude handelt es sich um den Kuhstall.
Foto: Wolfgang Schmidt. 1965.

Im Inneren des Kuhstalles wurde der Luftabzug über einen Lüftungsschacht realisiert [6], der zu Beginn der Umbaumaßnahmen bereits nicht mehr vorhanden war. Im Nachbargebäude ist dieser noch erhalten.



Abbildung 3 – Lüftungsschacht im Nachbargebäude
Eigene Fotografie. 2018.

Konstruktion Pfettendach

Bei der vorliegenden Dachkonstruktion handelt es sich um einen dreifach liegenden Pfettendachstuhl mit einer Hängesäule und Drempel. Wie aber bereits zu Beginn angeführt, kann die Konstruktion auch als eine andere verstanden werden. Kress begründet das Vorkommen von nicht eindeutig identifizierbaren Formen wie folgt: „Man sprach vom binderlosen Dach, vom Kehlbalkendach, vom Pfettendach, vom stehenden und liegenden Dachstuhl, vom Hängewerk und vom Sprengwerk usw. Wenngleich diese Einteilung und Bezeichnung aus Gründen der größeren Übersichtlichkeit für die Anschauung ebenfalls beibehalten werden soll, so sei doch ausdrücklich betont, daß sowohl der Zimmermann als auch der Techniker dieser Einteilung der Dachstühle keinen großen Wert beimißt. Im Laufe einer langjährigen praktischen oder technischen Tätigkeit verwischen die schulmäßigen Begriffe und es entstehen Namen und Formen, die ebenfalls wieder aus der schöpferischen Phantasie entspringen.“ [15, S. 251]. Zusammengefasst lässt sich sagen, dass aus der Erfahrung heraus gebaut wurde. Man orientierte sich für die Bemessung, das heißt die Bestimmung der Querschnittsabmessungen der Hölzer, an Faustformeln, Erfahrungs- und Näherungswerten und stellte nicht wie heute üblich, selbstverständlich und unumgänglich, eine ausführliche Statik auf. Aufwendige Berechnungen wurden, wenn überhaupt, per Hand ausgeführt oder zeichnerische Lösungsverfahren angewandt. Allein der Stand der Computertechnik um 1914 ließ nichts Anderes zu [vgl. 9, S. 128]. Umso bemerkenswerter sind das frühere Bauhandwerk und daraus resultierende Konstruktionen, welche weit über Jahrhunderte hinweg allen Einflüssen standhalten können. Dennoch ergeben sich ohne die Aufstellung einer Statik zweifelsohne auch Nachteile. Beispielsweise kann eine Konstruktion über- oder im ungünstigeren Fall auch unterdimensioniert sein. Auch bei dem gewählten Beispiel des Kuhstalles zeigt sich dieses Problem.

Im Folgenden wird lediglich Augenmerk auf die erstgenannte Konstruktion des dreifach liegenden Pfettendaches mit Hängesäule und Drempel gelegt.



Abbildung 4 - Die Konstruktion des Dachstuhles
Foto: Jan Gabriel. 2017.

Die markantesten Bauteile des Pfettendaches sind die Pfetten, auf denen die Sparren aufliegen. Unterschieden werden First-, Mittel-, und Fußpfette, wobei zweitgenannte erst ab einer Länge der Sparren von 4,50 m benötigt werden. Die Bezeichnung *dreifach* leitet sich aus der Anzahl der Pfetten, ohne die Fußpfetten ab. Parallel zu den Sparren verlaufen im *liegenden* Stuhl Streben, die die Mittelpfette unterstützen. Im Fall des Kuhstalls sind diese *nicht* durchlaufend, sondern weisen einen Versatz auf. Der erste Teil der Streben läuft von der First- bis zur Mittelpfette. Dann erfolgt der Versatz nach außen, von wo aus die Streben weiter bis nach unten laufen und auf der Decke enden. Zwischen den Streben und den Mittelpfetten sind in Längsrichtung Kopfbänder angebracht, die die Pfetten zusätzlich stützen. Zwischen den Sparren verlaufen in Querrichtung Zangen. Auf diesen Zangen kann eine Zwischendecke liegen, weshalb eine Hängesäule oder auch Hängepfosten genannt, von der Firstpfette aus mit den Zangen fest verbunden ist. Diese Hängesäulen sind in Längsrichtung über Kopfbänder mit der Firstpfette verbunden. Die beiden äußersten Hängesäulen sind lediglich mit einem Kopfband nach innen versehen. Im unteren Bereich des Daches befindet sich der Drempel, bestehend aus der Drempelwand (Fachwerkwand) und Querhölzern zur Aussteifung zwischen Drempelwand und Streben, in Form von Zangen oder Laschen. Nur die Aussteifungen in den Ecken und die darauffolgende in Längsrichtung sind als Zangen ausgebildet. Alle anderen sind Laschen, also nur einseitig der Sparren angebrachte Verbindungshölzer zu den Streben. Außerdem sitzen unterhalb der Firstpfette Firstlaschen oder auch Firstzangen genannt, da sie die gegenüberliegenden Sparren beidseitig wie Zangen einfassen. Damit werden die Sparren zug- und druckfest verbunden und ein Verdrehen und Winden eingeschränkt. Zudem unterstützen sie die Firstpfette [vgl. 22].

Durch die Besonderheit, dass der Stall einst einen Lüftungsturm besaß, ist der mittlere Teil der Konstruktion etwas anders ausgebildet als der Rest des Daches. Die Hängesäule erstreckt sich dort nicht nur über eine, sondern zwei Zangen. Dabei ist die untere der beiden auf gleicher Höhe mit den restlichen Zangen. Auf der zweiten oberhalb befindlichen lagern zudem zwei parallel zueinander liegende Balken. Diese laufen vom einen zum nächsten Vollgebinde, der beiden mittigen. In Anlage 5 ist dies zwischen Abschnitt D und E zu verorten. Von den beiden Balken aus verlaufen wiederum Stiele nach oben bis zum First. Dieser Teil der Konstruktion zeugt vom einst vorhandenen Turm.



Abbildung 5 - Zangenkonstruktion an der Stelle des ehemaligen Turmes
Eigene Fotografie. 2018.

Alle genannten Bestandteile sind im Dachstuhl so vorzufinden gewesen (siehe Anlage Nr. 1).

Ursprünglich nicht vorhanden sind Kopfbänder in Querrichtung zwischen den Zangen und Streben. Außerdem wurde an den beiden Giebelseiten zusätzlich je eine Stütze eingebaut. Mit

diesen beiden weiteren Bestandteilen ist die heutige Konstruktion vollständig (siehe Anlage Nr. 3).

Bei dem Aufbau der Konstruktion kann man zusätzlich in Voll- und Leergebinde unterscheiden. Die Vollgebinde sind mit Hängesäule, Zange, Kopfbändern, Streben und Drempel ausgeführt. Dazwischen liegen sogenannte Leergebinde, bei denen die Sparren lediglich auf den Pfetten aufliegen und keine weiteren stützenden oder aussteifenden Konstruktionsteile vorhanden sind [vgl. 16, S. 347]. Im vorliegenden Fall sind sechs Vollgebinde im Abstand von je 4,30m vorzufinden. Dazwischen sind je vier Leergebinde. Insgesamt erstreckt sich die Konstruktion des Kuhstalles über eine Grundfläche von 32,57m x 11,55m [3] (siehe Anlage Nr. 2).

Da es sich um ein Walmdach mit angesetzten Satteldächern zu drei Seiten handelt, sind auf den Mittelpfetten Stiele mit Kopfbändern angebracht, die jeweils die Firstpfette der an den Längsseiten des Daches eingebundenen Satteldächer stützen. Außerdem sind die Giebelwände der Satteldächer, die als Fachwerkwände ausgebildet sind, über ein Kopfband mit der Firstpfette der angesetzten Satteldächer verbunden.

Die mit der Ergänzung der Kopfbänder bestehende Konstruktion des Kuhstalles lässt sich mit einem Teil des Dachstuhles des Landgerichtsgebäudes in Zwickau vergleichen. In Theodor Böhms Handbuch der Konstruktionen von 1911 wird unter den Pfettendächern mit Drempelwand auf dieses Gebäude aufgrund seines besonders ausgeführten Pfettendachstuhles verwiesen. Darin heißt es: „Ein sehr freier Dachraum ist durch die Anordnung eines Hänge- und Sprengwerks zur Unterstützung der Firstpfette gewonnen.“ [12, S. 335]. Auch hier wird wieder deutlich, dass die Bezeichnung der Konstruktion unterschiedlich ausfallen kann. In der Zeitschrift für Bauwesen von 1883 wird das

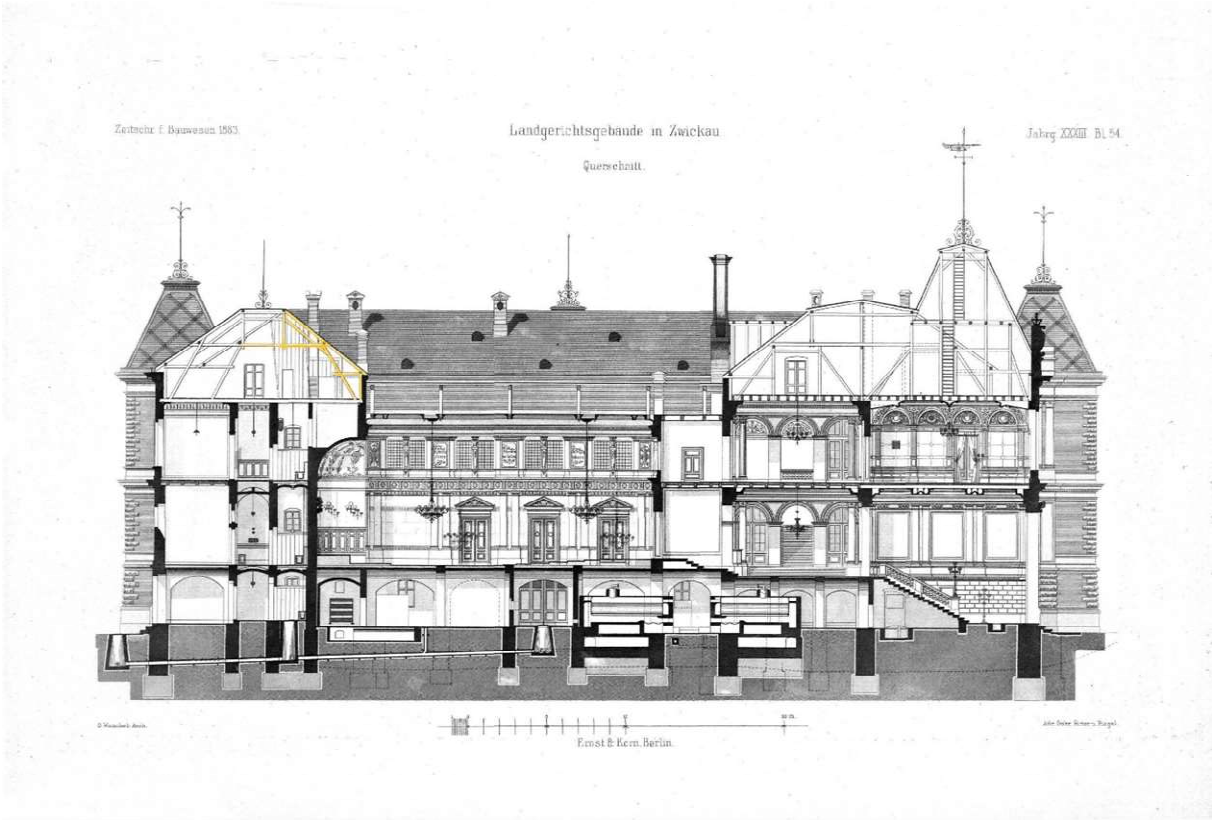


Abbildung 6 - Landgerichtsgebäude Zwickau, Querschnitt
Im linken Teil der Dachkonstruktion, ist die rechte Hälfte ähnlich der des Kuhstalles ausgebildet.
Wanckel, Otto (1883): Landgerichtsgebäude in Zwickau. Querschnitt. In: Atlas zur Zeitschrift für Bauwesen. 33. Jg. (1883), Blatt 54., bearbeitet durch Sarah Vierjahn

Landgerichtsgebäude, welches schon 1879 fertiggestellt worden ist [vgl.19, S. 363], in einem Artikel näher beschrieben. Jedoch wird die Konstruktion des Daches mit keinem Wort erwähnt. Vielmehr ist der wirtschaftliche und ästhetische/ gestalterische Aspekt Gegenstand der Ausführungen. Für Böhm scheint es dennoch von Bedeutung gewesen zu sein, diese scheinbar seltene Konstruktionsform aufzuzeigen.

Anschlüsse

Bei allen zimmermannsmäßigen Anschlüssen muss darauf geachtet werden, dass die Holzquerschnitte nicht zu sehr geschwächt werden. Grundsätzlich werden zur Verbindung der Sparren mit den Pfetten Kerven (Aussparungen) angewandt. Dadurch können die Sparren auf die Pfetten aufgelagert werden. An einigen Stellen ist es aber statisch nicht möglich, Kerven anzuwenden, wenn dadurch die Querschnitte zu sehr geschwächt werden. „In solchen Fällen kann statt einer Kerve eine Knagge an die Unterseite des Sparrens angenagelt werden. Damit steht wieder der gesamte Sparrenquerschnitt als tragender Querschnitt zur Verfügung.“ [11, S. 390]. Zusätzlich werden Sparrennägel ein- oder beidseitig eingeschlagen oder Sparrenpfettenanker verwendet, um die Sparren gegen abhebenden Windsog zu sichern. Alternativ können Winkelverbinder angewandt werden (siehe Anlage Nr. 4). Auch Laschen dienen zur Schaffung von Verbindungen, wenn Kerven ungeeignet sind [vgl. 11, S. 390, 13, S. 487f].

Um die Kopfbänder an die Pfetten und Streben anzuschließen, werden abgestirnte Zapfenverbindungen mit oder ohne Versatz angewendet.



Abbildung 7 – Abgestirnte Zapfenverbindung mit Versatz
Eigene Fotografie. 2018.

Da dies aber auch hier zu einer Schwächung der Hölzer führt, kommen auch Laschen und Nagelbleche als ingenieursmäßige Verbindung zum Einsatz [vgl. 10, S. 194, 22].

Die Hängesäule ist über einen einfachen Schraubenbolzen mit den Zangen verbunden und dient so als Zugstab.

Auf die Ausbildung des Fußpunktes muss besonders Wert gelegt werden, um die Sparren und damit die beiden Dachhälften zusammenzuhalten. Die Streben liegen mit einem Versatz auf einem Fußholz auf (siehe Anlage Nr. 5). Der stählerne Deckenträger fungiert als Zugband. Verdrehter Flachstahl ist mit der Fußschwelle verbunden [7].



Abbildung 8 – Verbindung der Schwelle mit Flachstahl
Foto: Jan Gabriel. 2017.

Aussteifung und Lastabtrag

Die Aussteifung des Daches geschieht allgemein über unverschiebliche Dreiecke. Die Quersteifigkeit wird durch die Ausbildung von Dreiecken zwischen den

1. Streben, Zangen und Hängesäulen im oberen Teil,
2. Kopfbänder, Zangen und Streben,
3. Zangen, Streben und Sparren und
4. Zangen, Streben und Drempelwand

im unteren Teil des Daches gewährleistet.

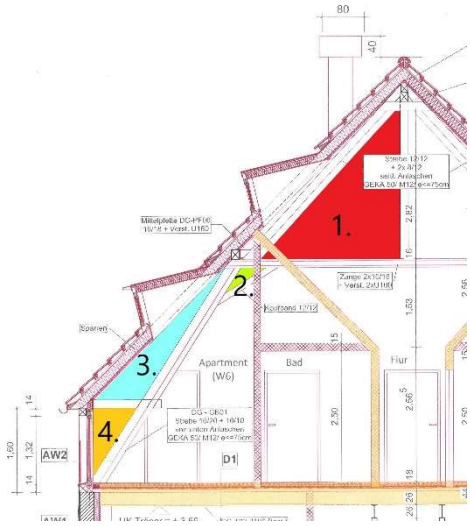


Abbildung 9 - Queraussteifung
Verfasser und Copyright °pha Architekten BDA, Ribbeck, bearbeitet durch Sarah Vierjahn

In Längsrichtung wirken Kopfbänder zwischen Streben und Mittelpfetten und Kopfbänder zwischen Hängesäulen und Firstpfette aussteifend (siehe Anlage Nr. 6).

Alle in den Sparren anfallenden Lasten werden in die Pfetten übertragen und von dort aus über die Streben, welche die Pfetten stützen, nach unten zu den Fußpunkten und wiederum auf die Außenwände abgeleitet. „Dabei entstehen an den Aufagerpunkten der Streben neben vertikalen auch horizontale Kräfte “ [14, S. 151], sodass diese fest angeschlossen werden müssen. Die Streben werden hauptsächlich auf Druck beansprucht, teilweise durch die nicht orthogonale Lage zu den Zangen auch auf Biegung beansprucht. Die Pfetten sind durch die anfallenden Lasten aus den Sparren auf Biegung beansprucht, was durch die großen Stützweiten zu großen Biegemomenten führt. Durch den Einbau von Kopfbändern zwischen Streben und Pfetten können die Stützweiten und daraus resultierend die Biegemomente jedoch stark reduziert werden.

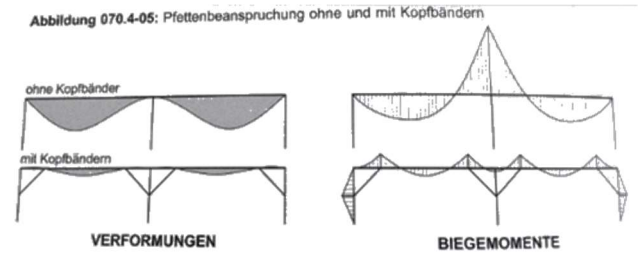


Abbildung 10 - Pfettenbeanspruchung ohne und mit Kopfbändern
Quelle: [17] Pech, Anton und Hollinsky, Karlheinz (2006), Abbildung 070.4-05. S. 84.

Die Hängesäule leitet die Lasten der Zangenkonstruktion in die Firstpfette [vgl. ebd.]. Von dort aus werden sie über die Streben zu den Fußpunkten und auf die Außenwände übertragen. Die Hängesäule besaß aber im Urzustand keine Funktion, da kein Boden in der Zwischenebene existierte und somit keine Lasten anfielen. Erst jetzt mit dem Ausbau des Spitzbodens leitet sie tatsächlich Lasten der Decke in die Firstkonstruktion ein. Warum sie dennoch vorhanden war lässt sich nicht belegen. Zu vermuten ist lediglich eine eventuelle Planung zum Ausbau des Bodens.

Vor- und Nachteile der Konstruktion

Liegende Pfettendachstühle kommen vor allem dann zum Einsatz, wenn die Lasten des Daches nicht auf die darunterliegende Konstruktion abgeleitet werden können. Dies kann der Fall sein, wenn die Decke bzw. darunter befindliche Stützen nicht tragfähig genug sind. Die Lösung des liegenden Stuhles ist es, alle Lasten auf die Außenwände abzutragen. Daraus ergibt sich ein großer, frei nutzbarer Raum, der im Gegensatz zu stehenden Stuhlkonstruktionen nicht durch Stiele behindert wird. Der Drempel schafft noch mehr Raumgewinn, was vor allem bei Scheunen und Ställen ausgenutzt wurde und wird. Außerdem sind beide Dachhälften voneinander (statisch) getrennt und die Sparren müssen nicht gegenüberliegend sein, wodurch „[d]er Einbau (auch nachträglicher Einbau) von Dachflächenfenstern oder der Einbau von Dachgauben […] verhältnismäßig unkompliziert [ist], solange die Pfettenstränge dabei nicht unterbrochen werden müssen.“ [11, S. 389].

Nachteilig ist allerdings der höhere Holzverbrauch. Dennoch ist er in Bezug auf den geschaffenen nutzbaren Raum

einigermaßen wirtschaftlich. Des Weiteren müssen die Anschlüsse der Sparren und Streben mit den Pfetten sehr sorgfältig und aufwendig ausgeführt werden und die beiden gegenüberliegenden Auflager über ein Zugband miteinander verbunden werden.

Denkmalschutz

Da das Gebäude unter Denkmalschutz steht, musste bei der Planung und Ausführung des Umbaus diesem Aspekt große Beachtung geschenkt werden, auch wenn sich die denkmalschutzrechtlichen Bestimmungen lediglich auf das äußere Erscheinungsbild und die Erhaltung des Charakters des Stalles erstrecken. Somit war es beispielsweise nicht möglich, die Fachwerkfassade für große Fenster zu öffnen oder die Fassade von außen durch bspw. Isolierung zu verdecken [4]. So erhielt das Fachwerk auch wie im Urzustand einen roten Anstrich.

Restaurierung des Dachstuhles

Aus den zur Erbauungszeit zur Verfügung stehenden Methoden zur Bemessung rührt eine zum Teil unterdimensionerte Konstruktion, aber vor allem auch fehlerhaft ausgeführte Anschlüsse, die die Konstruktion in sich unstabil werden ließen, her [8]. Die Querschnitte der Hölzer sind beim Bau zu klein gewählt worden, sodass nach heutigen statischen Berechnungen Verstärkungen notwendig sind. Neben dem, dass die Spannungen in den verschiedenen Hölzern zu groß waren, war der Dachstuhl bereits beschädigt. Teile waren gebrochen oder angebrochen, und von Schädlingen, vermutlich dem Hausbock, befallen. „Es gab auch schlichte Fehlstellen im Fachwerk, Feuchtigkeitsschäden durch fehlende Dachpfannen im Dachstuhl und an den Schwellen waren teilweise auch Würfelbruchschäden, durch Feuchtigkeit oder Pilz entstanden. Schwamm war nicht zu finden.“ [5]. So mussten Teile des Dachtragwerkes, vor allem aber auch ein erheblicher Teil des Fachwerkes, das Bestandteil der Giebel- und Drempelwände ist, erneuert werden.



Abbildung 11 – Fehlstelle im Fachwerk
Foto: Jan Gabriel. 2017.



Abbildung 12 - Zurückgebaute Giebelwand
Foto: Jan Gabriel. 2017.



Abbildung 13 - Von Schädlingen befallenes Holz
Foto: Jan Gabriel. 2017.



Abbildung 14 – Neue neben geschädigten Balken
Foto: Jan Gabriel. 2017.

Nach ersten Begutachtungen der Hölzer durch den Zimmermann, die Architekten und den Bauherren, wurde ein Austausch der Hölzer von 30 Prozent angenommen. Insgesamt mussten aber etwa 70 Prozent der Hölzer erneuert werden,

da auch das Kernholz durch Holzschädlinge befallen war [5] (siehe Anlagen Nr. 7, 8, 9). Dies ist jedoch für den Hausbock eher untypisch. Auf eine eingehende Untersuchung wurde verzichtet. Im Einzelnen wurden folgende Maßnahmen getroffen:

Die Kehlsparren mit einem Querschnitt von 16/18 wurden mit 16/4 verstärkt. Der Querschnitt der Firstpfette am Rand wurde von 12/14 auf 24/38 erweitert, in der Mitte um 12/18. Die Mittelpfetten besaßen im Urzustand einen 16/18 Querschnitt und wurden teilweise mit U 160 und teilweise U 180 Stahlträgern unterstützt. Giebelseitig mit einem U 120 Profil und je einer zusätzlichen Mittelstütze aus Holz von 14/14. Die unteren Bestandsstreben mit 16/20 wurden um 16/10 ergänzt. Die oberen (Wind-)streben mit einem ursprünglichen Querschnitt von 12/12 erhielten je 2 mal 8/12 Hölzer zu je einer Seite zur Verstärkung. Vorhandene Zangen, die mit 10/16 ausgebildet waren, wurden mit einem U 100 Stahlprofil verbessert. Neben den Mittelstützen unter der Giebelpfette wurden auch Kopfbänder mit 12/12 zwischen den unteren Windstreben und den Zangen zum Bestandsbau ergänzt.



Abbildung 15 - Knotenpunkt mit neuen Verstärkungen
Eigene Fotografie. 2018.

Außerdem mussten die Anschlüsse an Fuß-, Mittel- und Firstpfette erneuert werden. Die Drempelwand beulte sich zudem aufgrund des Horizontalschubs der Sparren nach außen, was umgehend zu beheben war [vgl. 15, 21]. Firstlaschen waren vorhanden, mussten aber aufgrund des Einbaus der Verstärkung und der teilweisen Erneuerung der Firstpfette ausgetauscht werden [5]. Im Bereich des ehemals vorhandenen Turms sind noch die originalen Firstlaschen erhalten.

Die vielen Verstärkungen der Querschnitte sind aber nicht allein wegen unterdimensionierter Querschnitte, sondern vor allem aufgrund des Ausbaus und der dadurch zusätzlich entstehenden Lasten notwendig geworden. Wärmedämmung, GFK-Platten und der Innenausbau des Gebäudes, der neue Wände, Fußbodenaufbau etc. mit sich bringt, führen zu neu entstehenden Lasten, die das Gebäude aufzunehmen hat. Zudem entsteht auf den Zangen eine neue Nutzebene, für die Eigengewicht und Nutzlast angesetzt werden mussten. Infolge dieser Neubelastung war bspw. der Einbau der Kopfbänder notwendig [8]. Des Weiteren erhielt das Dach auf den Längsseiten je vier neue Dachgauben, die für ausreichende Belichtung sorgen. Insgesamt wurden über Eintausend laufende Meter neues Holz verbaut [2].

Erwähnenswert ist, dass in mehreren noch aus der originalen Konstruktion erhaltenen Hölzern, Zapfenlöcher vorhanden sind, deren Funktion aber ungeklärt ist. Teilweise sind noch Zapfenreste in den Löchern vorhanden.



Abbildung 16 - Zapfenlöcher mit/ ohne Zapfenreste
Eigene Fotografie. 2018.

Es lassen sich lediglich Vermutungen aufstellen, woher der Ursprung rührt. Zum einen könnte es sein, dass weitere Verbindungen zum Fachwerk und anderen Konstruktionshölzern bestanden haben, die nachträglich bei Umbauarbeiten entfernt wurden. Außerdem könnte beim Bau falsch geplant und die Hölzer fälschlicherweise mit Zapfenlöchern hergestellt worden sein. Eine weitere, relativ unwahrscheinliche Vermutung ist,

dass die Hölzer aufgrund der immer relativ gleichen Bauweise zu der Zeit ‚standardisiert' vorgefertigt wurden. Wahrscheinlicher ist allerdings, dass die Hölzer vor ihrem Einsatz im Kuhstall schon zuvor in einem anderen Gebäude Verwendung fanden und wiederverwertet wurden. Auskunft dazu geben könnten wohl nur die, die einst den Kuhstall errichteten.



Abbildung 17 - Der Kuhstall gegen Ende der Restauration
Eigene Fotografie. 2018.

Fazit

Historische Dachstühle sind nicht selten. Dennoch wird ihnen wenig Aufmerksamkeit geschenkt, obwohl sie so vielfältig und nicht auf den ersten Blick zu durchschauen sind.

Das Beispiel des Kuhstalles gibt einen Einblick, wie frühere Konstruktionen und das Zimmermannshandwerk ausgesehen haben und welche Schwierigkeiten damals und heute beim Bau einer stabilen Dachkonstruktion bestehen. Vor allem unter dem Aspekt der Neunutzung ergeben sich bei älteren Gebäuden komplexe Umbauarbeiten. Neu zu bauen wäre ohne Frage häufig kostengünstiger und weniger zeitintensiv. Doch alte, auch unter Denkmalschutz stehende Gebäude zu erhalten, ist wohl deutlich spannender. Sie mit neuem Leben zu füllen und nicht verfallen zu lassen, bringt neue Erkenntnisse über das frühere Handwerk mit sich, verhindert, dass alte Handwerkstechniken in Vergessenheit geraten und sorgt dafür, dass historisch wertvolle Bauwerke für die Nachwelt erhalten bleiben.

Es zeigt sich, dass Konstruktion nicht gleich Konstruktion ist. Unterscheidet sie sich auch nur in Einzelheiten, verändern sich die Belastungen der Konstruktionshölzer und der Lastabtrag. Auch wenn der heutige Stand der Technik und das Wissen über statische Zusammenhänge höher ist als früher, wurde nicht einfach darauf los gebaut. Die handwerklichen Fähigkeiten und Erfahrungen wurden über Generationen hinweg weitergegeben. Bewährte Konstruktionen setzten sich durch, wurden aber stetig durch Neuerungen ergänzt, wodurch eine Vielzahl an Konstruktionsformen entstand. Hinter jedem Dachtragwerk steckt eine Logik, die auf das Gebäude, die Nutzung und die zur Verfügung stehenden Mittel abgestimmt ist. Das macht es so spannend, historische Dachstühle genauer zu betrachten und zu hinterfragen.

Quellen und Literatur

Quellen:

Bauliche Unterlagen

[1] INGTRA Ingenieurbüro für Baustatik GmbH
Max- Steinke- Str. 31
13086 Berlin

Baustatik, Paulinenaue/ Stallgebäude West

[2] M. Kühn GmbH & Co.KG
Gewerbering 5
03096 Burg

Aufmaßprotokoll, Torhaus West, Paulinenaue

[3] °pha Architekten BDA, Ribbeck
Holzmarktstr. 11
14467 Potsdam

Baupläne, Umnutzung Stallgebäude West, Gutshof Paulinenaue

[4] Schriftverkehr mit Jan Gabriel am 02.03.2018

Gabriel, Jan (2018), Bauherr. Schriftverkehr mit dem Bauherrn des Kuhstalles. 02.03.2018.

[5] Schriftverkehr mit Jan Gabriel am 13.03.2018

Gabriel, Jan (2018), Bauherr. Schriftverkehr mit dem Bauherrn des Kuhstalles. 13.03.2018.

[6] Zeitzeugengespräch mit Horst Heinze, ansässiger Schreiner am 15.03.2018

Heinze, Horst (2018), Stellmacher. Interview mit dem ortsansässigen Stellmacher. Paulinenaue, 15.03.2018, durchgeführt von Sarah Vierjahn.

[7] Telefongespräch mit Dipl.-Ing. Panajotis Rossidis am 13.02.2018

Rossidis, Panajotis (2018), Diplom Bauingenieur. Telefongespräch mit dem zuständigen Bauingenieur. 13.02.2018

[8] Telefongespräch mit Dipl.-Ing. Panajotis Rossidis am 07.03.2018

Rossidis, Panajotis (2018), Diplom Bauingenieur. Telefongespräch mit dem zuständigen Bauingenieur. 07.03.2018

Literatur:

[9] Ahnert, Rudolf u. Krause, K.H. (2009)

Ahnert, Rudolf u. Krause, K.H. (2009): *Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960 zur Beurteilung der vorhandenen Bausubstanz.* Bd 3, 7. Auflage, Berlin: Verlag Bauwesen Huss-Medien GmbH.

[10] Batran, Balder et a. (2004)

Batran, Balder et a. (2004/05): *Lernfeld Bautechnik. Grundstufe.* 6.Auflage. Stuttgart: Handwerk und Technik Verlag.

[11] Batran, Balder et al. (2011)

Batran, Balder et al. (2011): *Bauzeichnen. Architektur/ Ingenieurbau/ Tief-, Straßen- und Landschaftsbau.* 2. Auflage. Stuttgart: Holland + Josenhans Verlag Stuttgart.

[12] Böhm, Theodor (o.J.)

Böhm, Theodor [1911] (o.J.): *Handbuch der Holzkonstruktionen des Zimmermanns mit besonderer Berücksichtigung des Hochbaues. Ein Nachschlage- und Unterrichtswerk für ausführende Architekten, Zimmermeister und Studierende der Baukunst und des Bauhandwerks*. 5. Reprintauflage der Originalausgabe von 1911 nach dem Exemplar des Verlagsarchives, o.O.: Reprint-Verlag-Leipzig.

[13] Kaczmarcyzyk, Christel et al. (2010)

Kaczmarcyzyk, Christel et al. (2010): *Bautechnik für Bauzeichner. Zeichnen – Rechnen – Fachwissen.* 2. Auflage. O.O.: Europa- Lehrmittel Verlag.

[14] Kolb, Joseph (2007)

Kolb, Joseph (2007): *Holzbau mit System. Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile.* Basel/ Boston/ Berlin: Birkhäuser Verlag

[15] Kress, Fritz (1949)

Kress, Fritz (1949): *Der Zimmerpolier. Ein Fachbuch für Zimmerleute, Techniker, Architekten aus allen Gebieten des Holzbaues.* 9. Auflage, 2. Bd „Buch der Zimmerleute“. Ravensburg: Otto Maier Verlag.

[16] Mittag, Martin (2000)

[8] Mittag, Martin (2000): *Baukonstruktionslehre. Ein Nachschlagewerk für den Bauschaffenden über Konstruktionssysteme, Bauteile und Bauarten*. 18. Auflage. Braunschweig/ Wiesbaden: Friedrich Vieweg und Sohn Verlagsgesellschaft mbH.

[17] Pech Anton, Hollinsky, Karlheinz (2005)

Pech Anton, Hollinsky, Karlheinz (2005): *Baukonstruktionen Band 7. Dachstühle.* Wien/ New York: Springer-Verlag

[18] Wacker, Günther (1984)

Wacker, Günther (1984): *Paulinenaue. Eine Ortschronik aus dem Havelland.* Paulinenaue: o.V.

Periodika

[19] Wanckel, Otto (1883)

Wanckel, Otto (1883): „Das Landgerichtsgebäude in Zwickau“ In: *Zeitschrift für Bauwesen*. 33. Jg. (1883), Heft 10-12, S. 361-364.

Internetressourcen

[20] Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum (o.D.)

Brandenburgisches Landesamt für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum (o.D.): „Denkmale in Brandenburg“. In: Website des Brandenburgischen Landesamtes für Denkmalpflege und Archäologisches Landesmuseum, Bereich Denkmaldatenbank. http://ns.gis-bldam-brandenburg.de/hida4web/view?docId=obj09150258,t.xml;query=Paulinenaue;brand=default;doc.style=gridview;blockId=d50368e2;startDoc=1#7 (letzter Zugriff: 08.03.2018).

[21] Gabriel, Jan (2017)

Gabriel, Jan (2017): „Ein 2. Richtfest nach 102 Jahren.“ In: Website Paulinenaue, Bereich Neuigkeiten. https://paulinenaue.info/index.php/ein-2-richtfest-nach-102-jahren/ (letzter Zugriff: 14.03.2018)

[22] Reinsch, Uwe - Holzbau – Zimmerei (o.D.)

Reinsch, Uwe - Holzbau – Zimmerei (o.D.): „Firstlasche in der Zimmerei“. In: Website von Uwe Reinsch - Holzbau – Zimmerei, Bereich *Übersicht Wörterbuch*. https://oldenburg-zimmerei.com/Grundbegriffe,Zimmerei/Firstlasche (letzter Zugriff: 11.032018)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Richtfest	S. 4
Abb. 2	Ansicht mit Turm	S. 5
Abb. 3	Lüftungsschacht	S. 5
Abb. 4	Die Konstruktion des Dachstuhles	S. 6
Abb. 45	Zangenkonstruktion an der Stelle des ehemaligen Turmes	S. 6
Abb. 6	Landgerichtsgebäude Zwickau, Querschnitt	S. 7
Abb. 7	Abgestirnte Zapfenverbindung mit Versatz	S. 8
Abb. 8	Verbindung der Schwelle mit Flachstahl	S. 8
Abb. 9	Queraussteifung	S. 9
Abb. 10	Pfettenbeanspruchung ohne und mit Kopfbändern	S. 9
Abb. 11	Fehlstelle im Fachwerk	S. 10
Abb. 12	Zurückgebaute Giebelwand	S. 10
Abb. 13	Von Schädlingen befallenes Holz	S. 10
Abb. 14	Neue neben geschädigten Balken	S. 10
Abb. 15	Knotenpunkt mit neuen Verstärkungen	S. 11
Abb. 16	Zapfenlöcher mit/ ohne Zapfenreste	S. 11
Abb. 17	Der Kuhstall gegen Ende der Restauration	S. 12

Titelbilder:

Außenansicht Stall: Foto: Joachim Scholz. 2000.
Innenansicht Stall: Foto: Joachim Scholz. 2016.

Anhang

Anlagenverzeichnis

	Bezeichnung	Quelle
Nr. 1	Historische Konstruktion	°pha Architekten BDA, Ribbeck
Nr. 2	Abmaße Grundfläche Dach	°pha Architekten BDA, Ribbeck
Nr. 3	Neue Konstruktion	°pha Architekten BDA, Ribbeck
Nr. 4	Anschlüsse an Fuß- und Mittelpfette	INGTRA Ingenieurbüro für Baustatik GmbH
Nr. 5	Ausbildung des Fußpunktes	INGTRA Ingenieurbüro für Baustatik GmbH
Nr. 6	Skizze Längsschnitt, Längsaussteifung	Sarah Vierjahn
Nr. 7	Austausch der Hölzer, Draufsicht Dach	°pha Architekten BDA, Ribbeck, bearbeitet durch M. Kühn GmbH & Co.KG
Nr. 8	Austausch der Hölzer, Längsseite	°pha Architekten BDA, Ribbeck, bearbeitet durch M. Kühn GmbH & Co.KG
Nr. 9	Austausch der Hölzer, Querseiten	°pha Architekten BDA, Ribbeck, bearbeitet durch M. Kühn GmbH & Co.KG
Nr. 10	Skizze untere Windstrebe seitlich	Sarah Vierjahn
Nr. 11	Skizze untere Windstrebe frontal	Sarah Vierjahn
Nr. 12	Skizze Knotenpunkt	Sarah Vierjahn

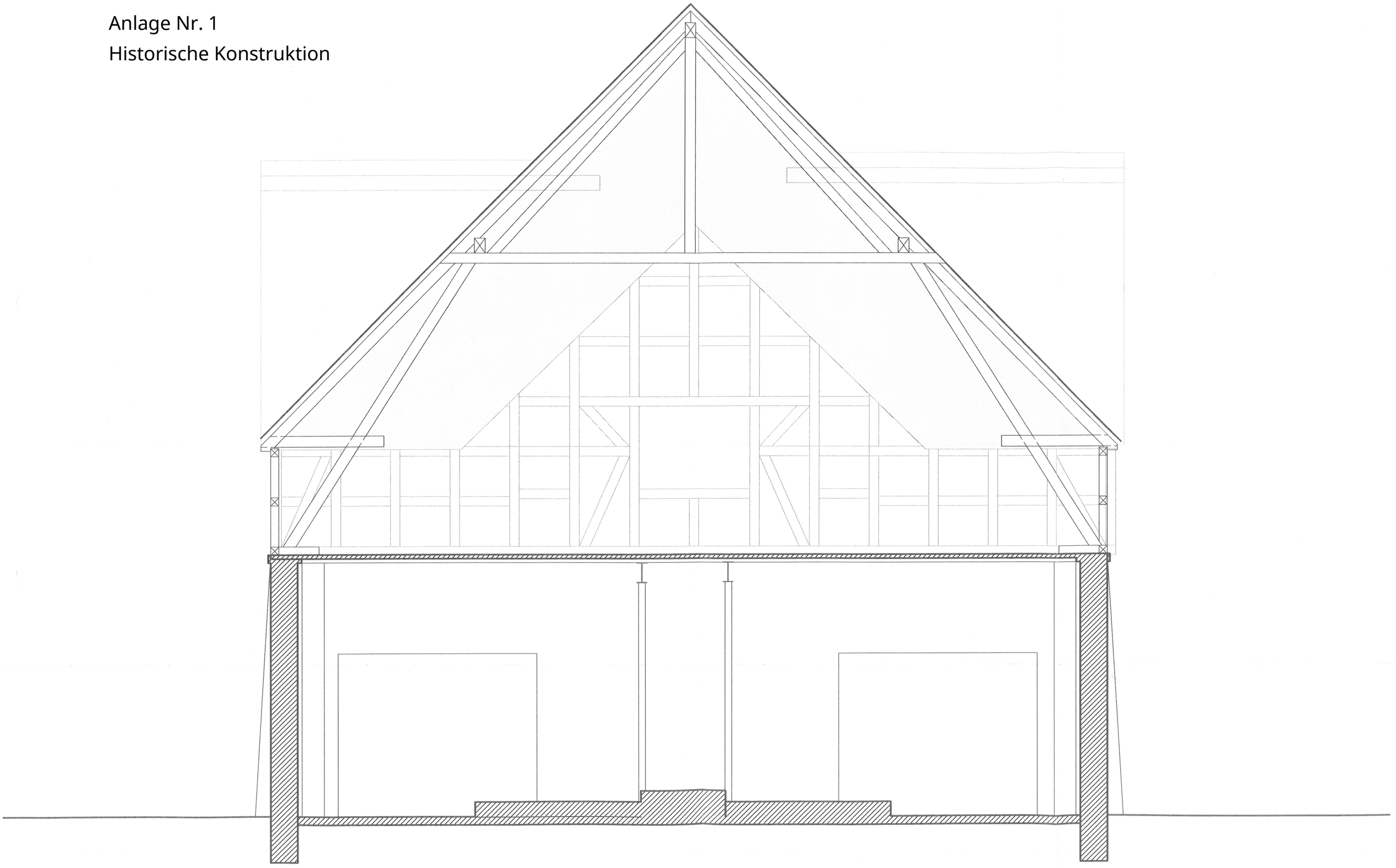
Anmerkungen zu den Anlagen

In Anlage Nr. 1 sind Firstzangen nicht mit eingezeichnet, obwohl sie im Ausgangszustand vorhanden waren.

In den Anlagen Nr. 7, 8 und 9 sind rot gekennzeichnet alle erhaltenen Bestandshölzer, grün alle neuen Hölzer.

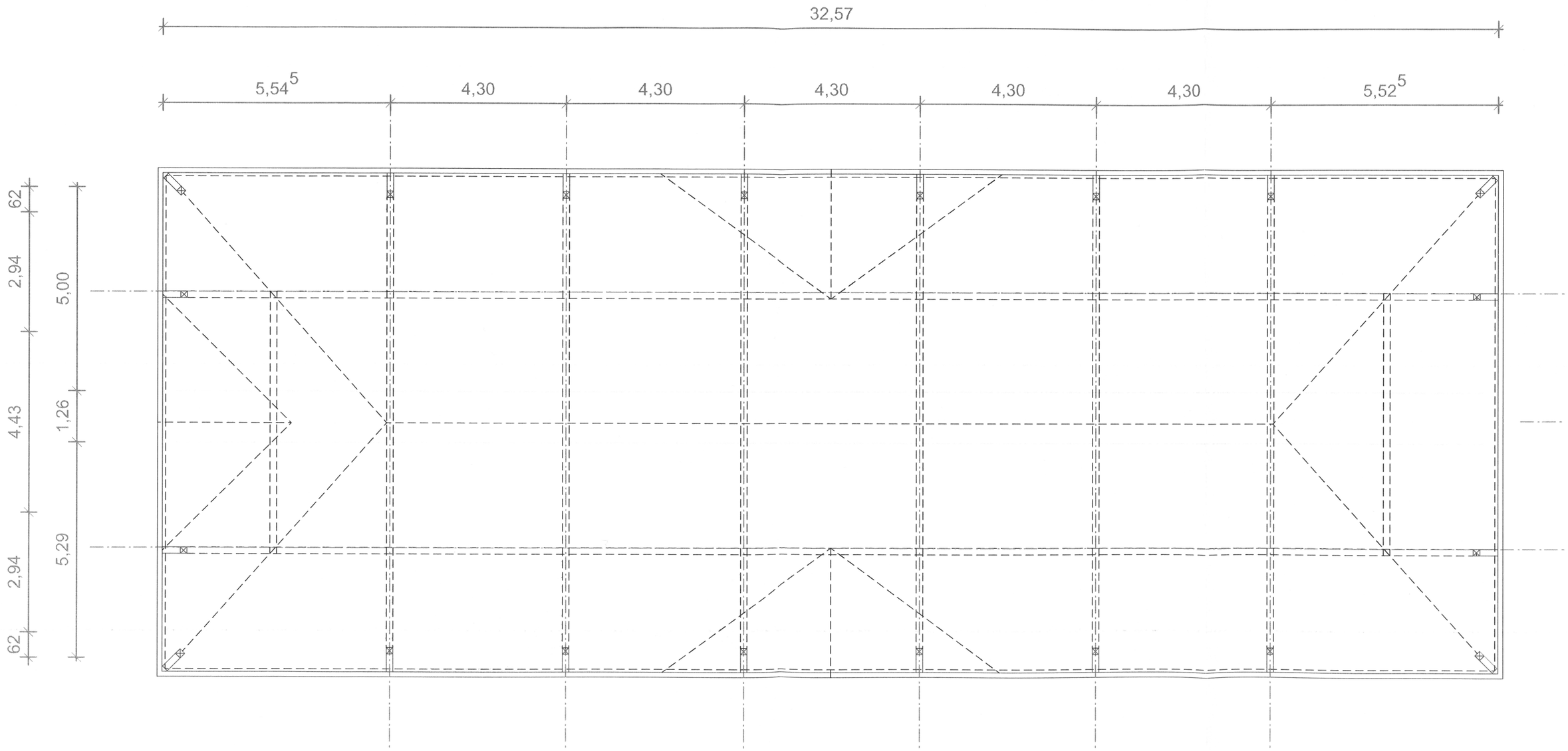
Anlage Nr. 1

Historische Konstruktion



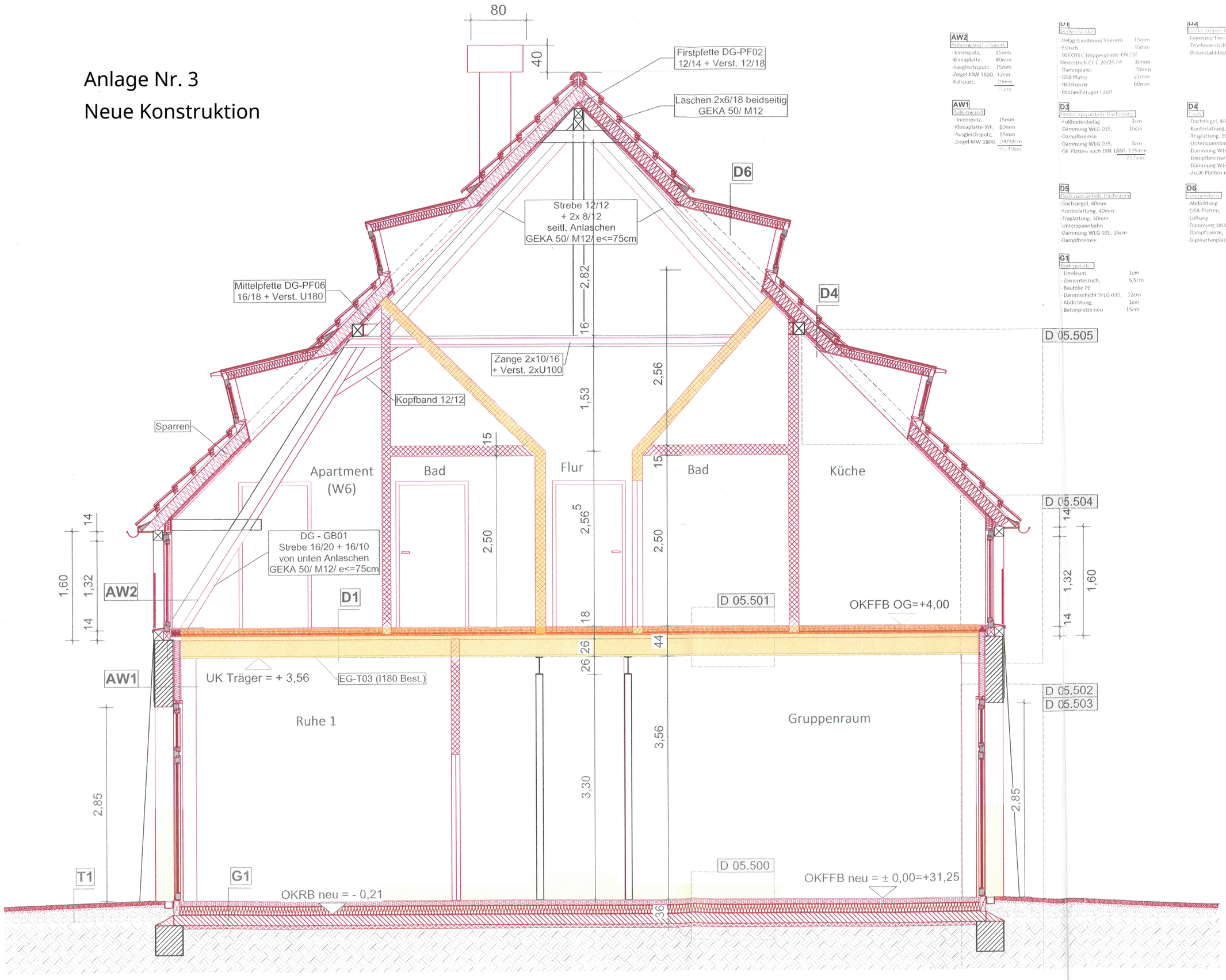
Anlage Nr. 2

Abmaße Grundfläche Dach



Anlage Nr. 3

Neue Konstruktion



AW2 Außenwand Holzbau
- Innenputz, 15mm
- Klimaplatte, 80mm
- Ausgleichsputz, 15mm
- Ziegel MW 1800, 12cm
- Kalkputz, 20mm
  27cm

AW1 Außenwand
- Innenputz, 15mm
- Klimaplatte-WF, 80mm
- Ausgleichsputz, 15mm
- Ziegel MW 1800, 24/38cm
  35-49cm

D1 Decke zu UG OG
- Belag (Linoleum/ Fliesen) 15mm
- Estrich 35mm
- BECOTEC Noppenplatte EN 23F
- Heizestrich CT C 20/25 F4 30mm
- Dämmplatte 70mm
- OSB Platte 22mm
- Hohlraumstr. 60mm
- Bestandsträger I 260

D3 Decke zum unbeh. Dachraum
- Fußbodenbelag 3cm
- Dämmung WLG 035, 16cm
- Dampfbremse
- Dämmung WLG 035, 3cm
- GK-Platten nach DIN 1880, 12,5mm
  23,5cm

D5 Dach zum unbeh. Dachraum
- Dachziegel, 40mm
- Konterlattung, 40mm
- Traglattung, 30mm
- Unterspannbahn
- Dämmung WLG 035, 16cm
- Dampfbremse

G1 Bodenplatte
- Linoleum, 1cm
- Zementestrich, 6,5cm
- Baufolie PE
- Dämmschicht WLG 035, 12cm
- Abdichtung, 1cm
- Betonplatte neu 15cm

D2 Decke Treppe I
- Linoleum/ Fliesen 10mm
- Trockenestrich 25mm
- Betonstahldecke 20cm

D4 Dach
- Dachziegel, 40mm
- Konterlattung, 40mm
- Traglattung, 30mm
- Unterspannbahn
- Dämmung WLG 035, 16cm
- Dampfbremse
- Dämmung WLG 035, 4cm
- 2xGK-Platten nach DIN 1880, 25mm

D6 Gründach
- Abdichtung
- OSB-Platten 2
- Lüftung 2
- Dämmung WLG035, 8
- Dampfsperre,
- Gipskartonplatten nach DIN 18180, 12,5
  11

Abbruch

Neubau

Barrierefreiheit gem. §45 BbgBO

BRANDSCHUTZ - Wände, Decke F30

Vorabzug

Hermann

A1

Ausführungsplanung

16.05.2017

Umnutzung Stallgebäude West
Gutshof Paulinenaue

Schnitt BB

1:25

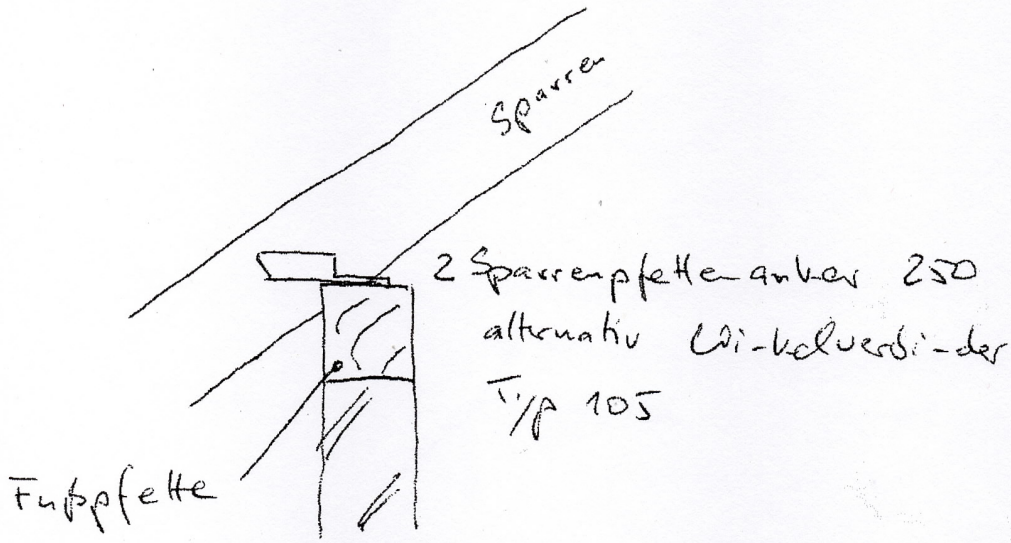
J. u. C. Gabriel
Am Birnbaum 4
14641 Nauen

***pha Architekten BDA**
Banniza, Hermann, Öchsner PartGmbB
Holzmarkststr. 11
14467 Potsdam
tel. +49 (0) 331 588 59 702
fax +49 (0) 331 588 59 699
mail @ phadesign.de
www.phadesign.de

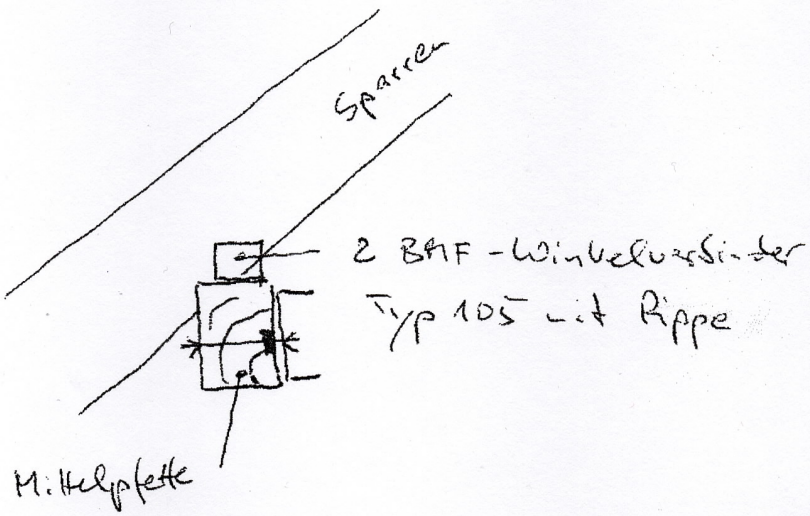
5.91 01 05 210 G
projekt bauteil lp planziffer Index

Anschlüsse und Verbindungen

- Fußpunkt



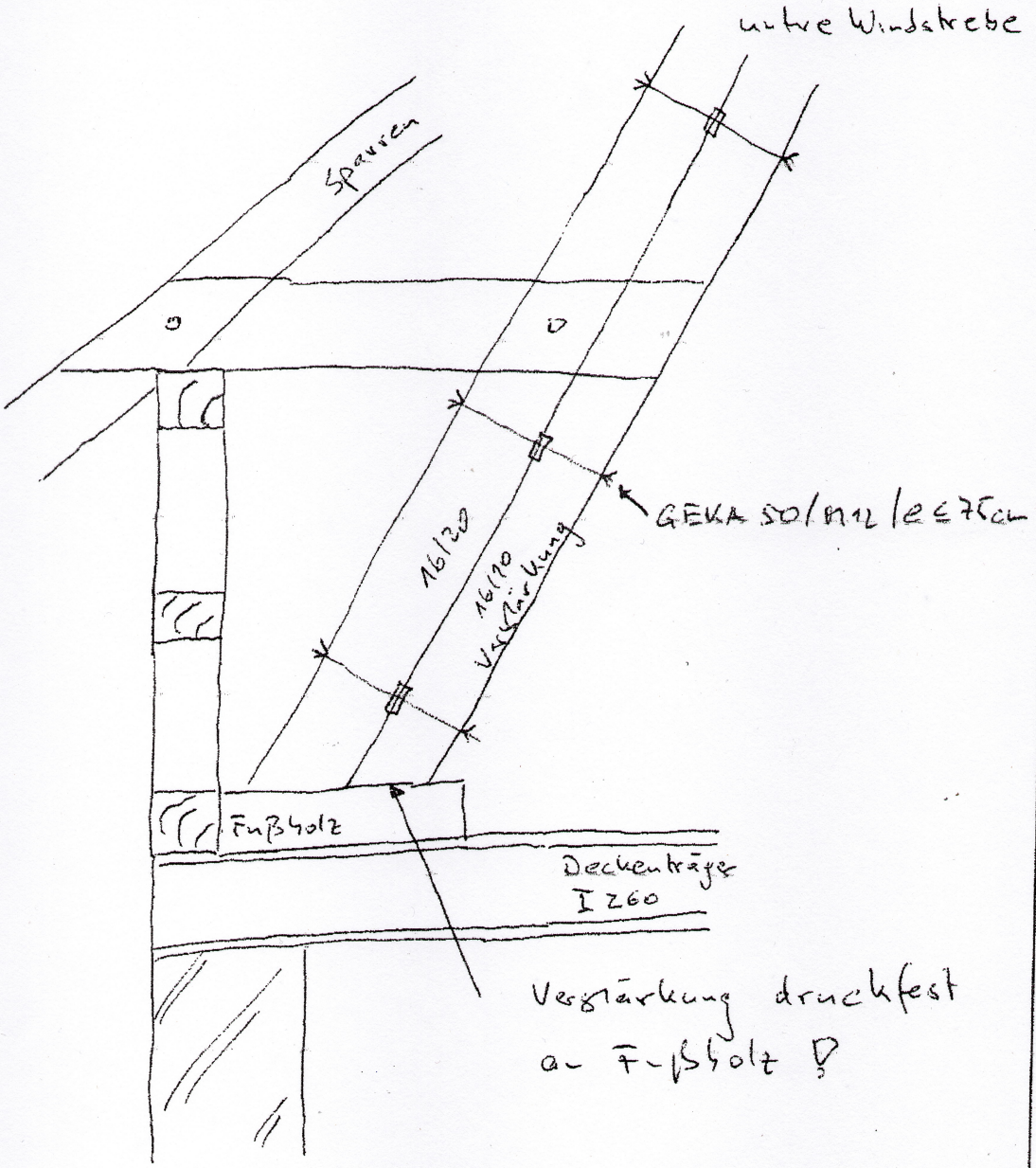
- Mittelpfette



Anlage Nr. 4

Anschlüsse an Fuß- und Mittelpfette

Fußpunkt

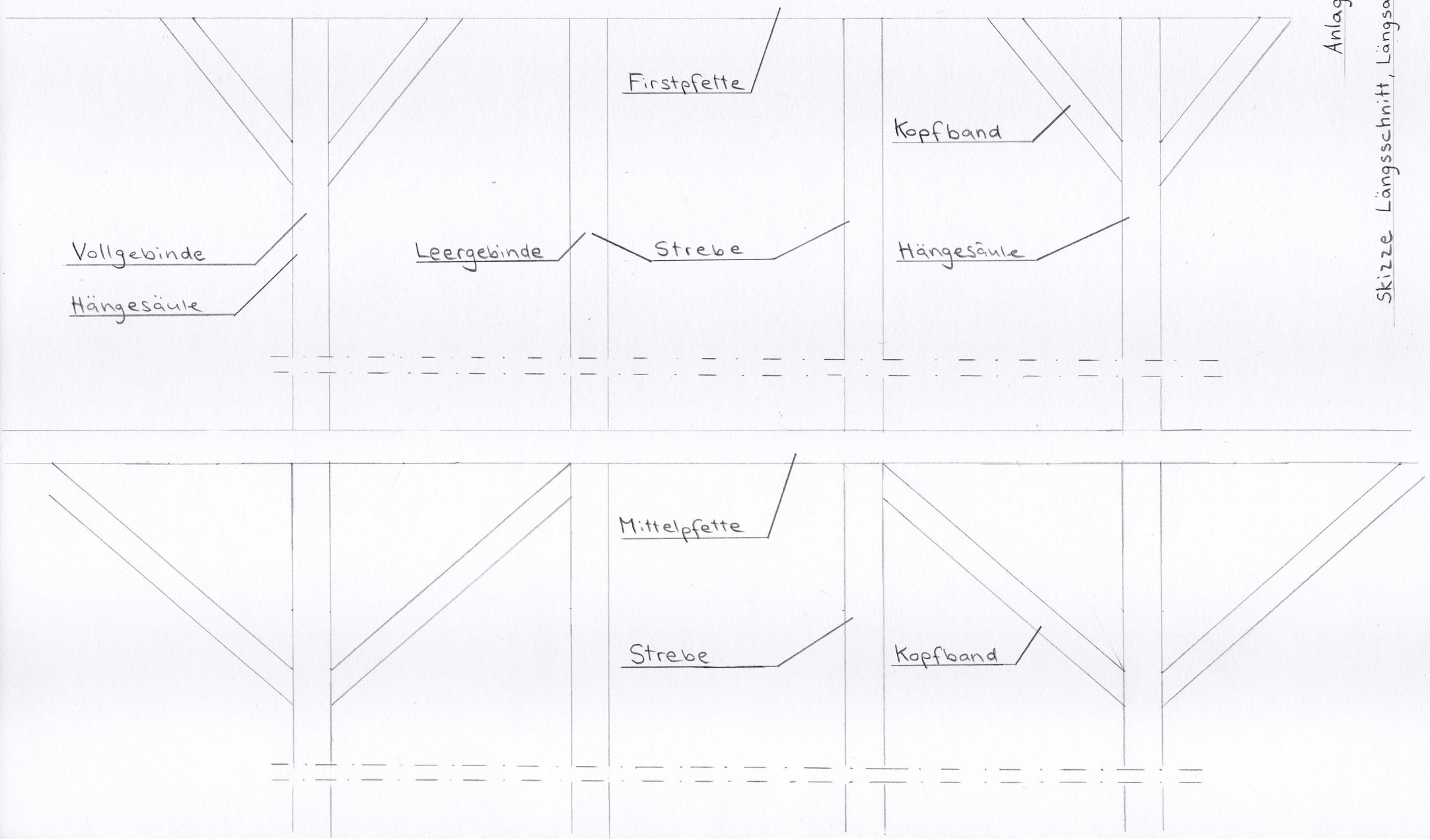


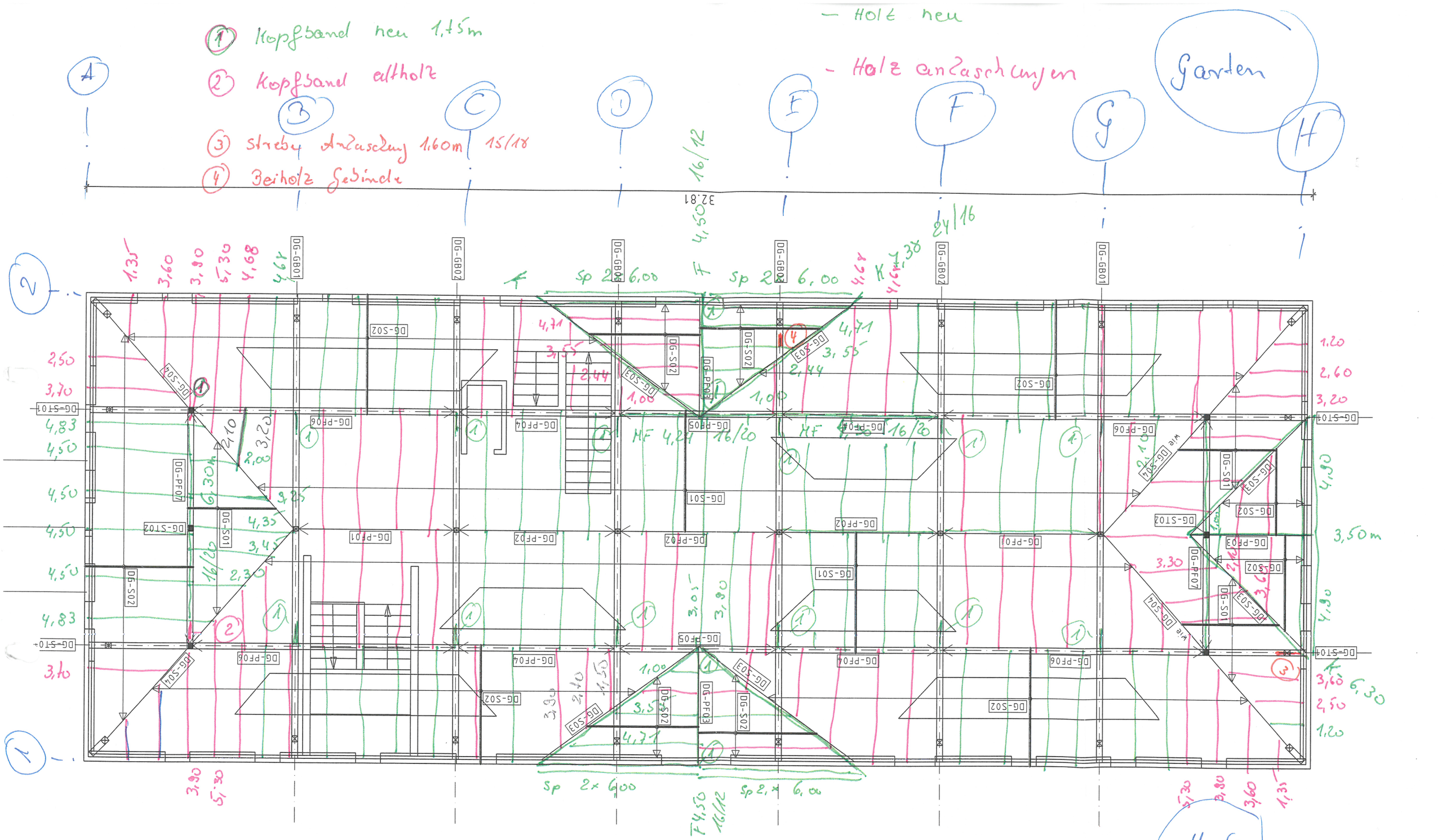
Anlage Nr. 5

Ausbildung des Fußpunktes

Anlage Nr. 6

Skizze Längsschnitt, Längsaussteifung





Anlage Nr. 7

Austausch der Hölzer, Draufsicht Dach

Hof

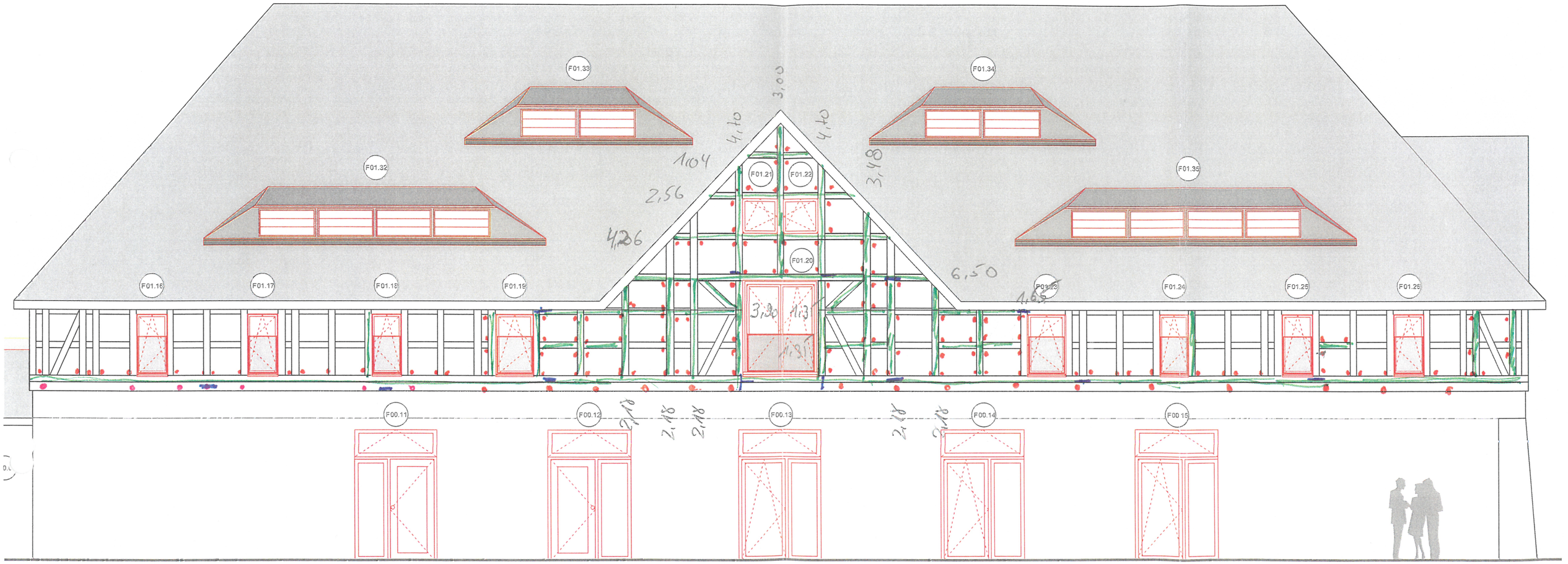
Burg d. 22.09.2017 ~~30.08.2017~~

Fa. M. Kühn GmbH & Co. KG
DACHDECKERMEISTERBETRIEB
Dachdecker - Dachklempner - Zimmerer
Gewerbering 5 • 03096 Burg
Telefon 03 56 03 / 6 19 90, Fax 6 19 89

– Holz neu
• Winkel
• Winkel + Klebeanker für Schwelle
– Verbindungsblech

Anlage Nr. 8

Austausch der Hölzer, Längsseite



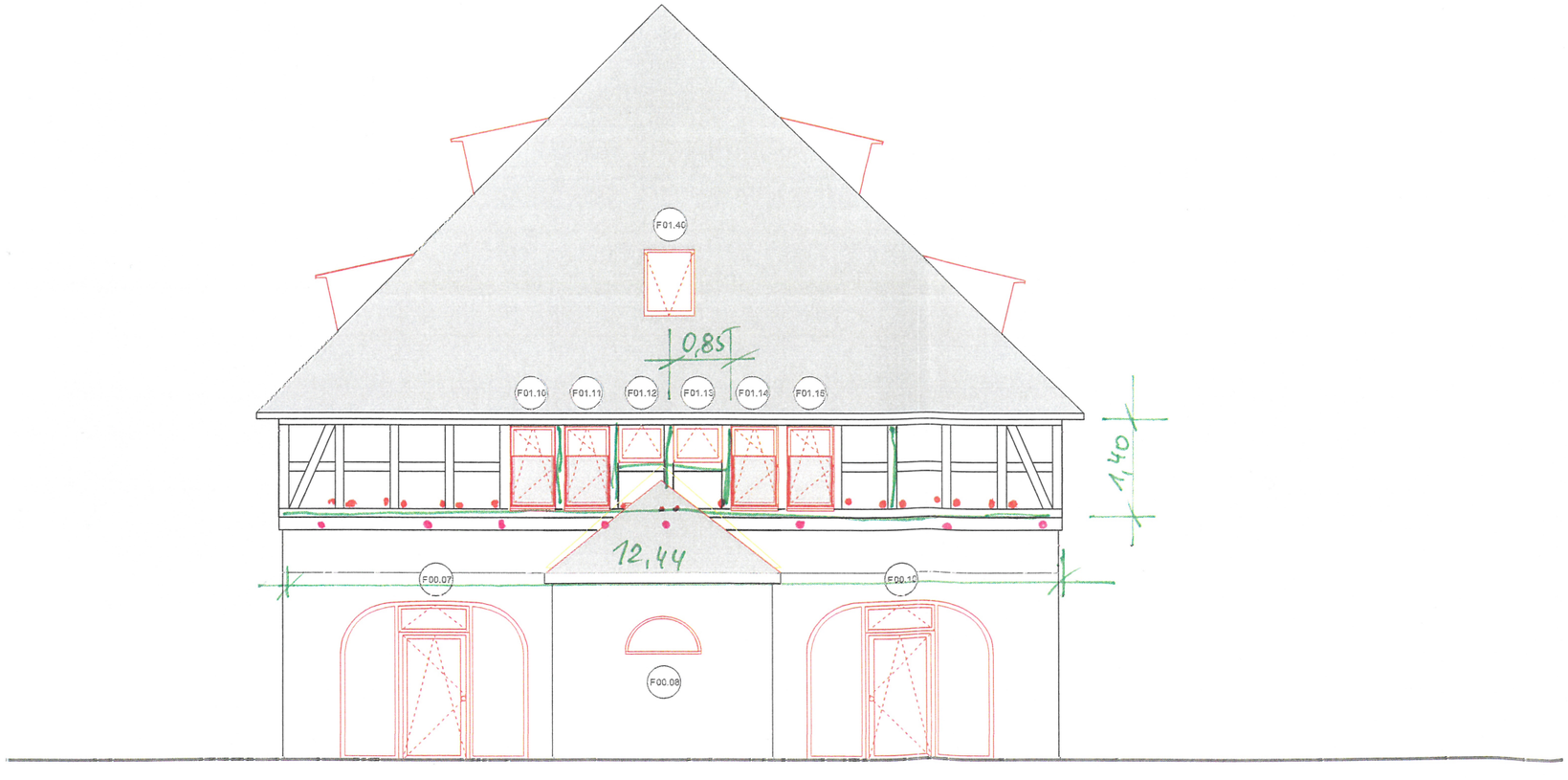
Hof

Fa. M. Kühn GmbH & Co. KG
DACHDECKERMEISTERBETRIEB
Dachdecker - Dachklempner - Zimmerer
Gewerbering 5 • 03096 Burg
Telefon 03 56 03 / 6 19 90, Fax 6 19 89

Anlage Nr. 9

Austausch der Hölzer, Querseiten





Umnu

An

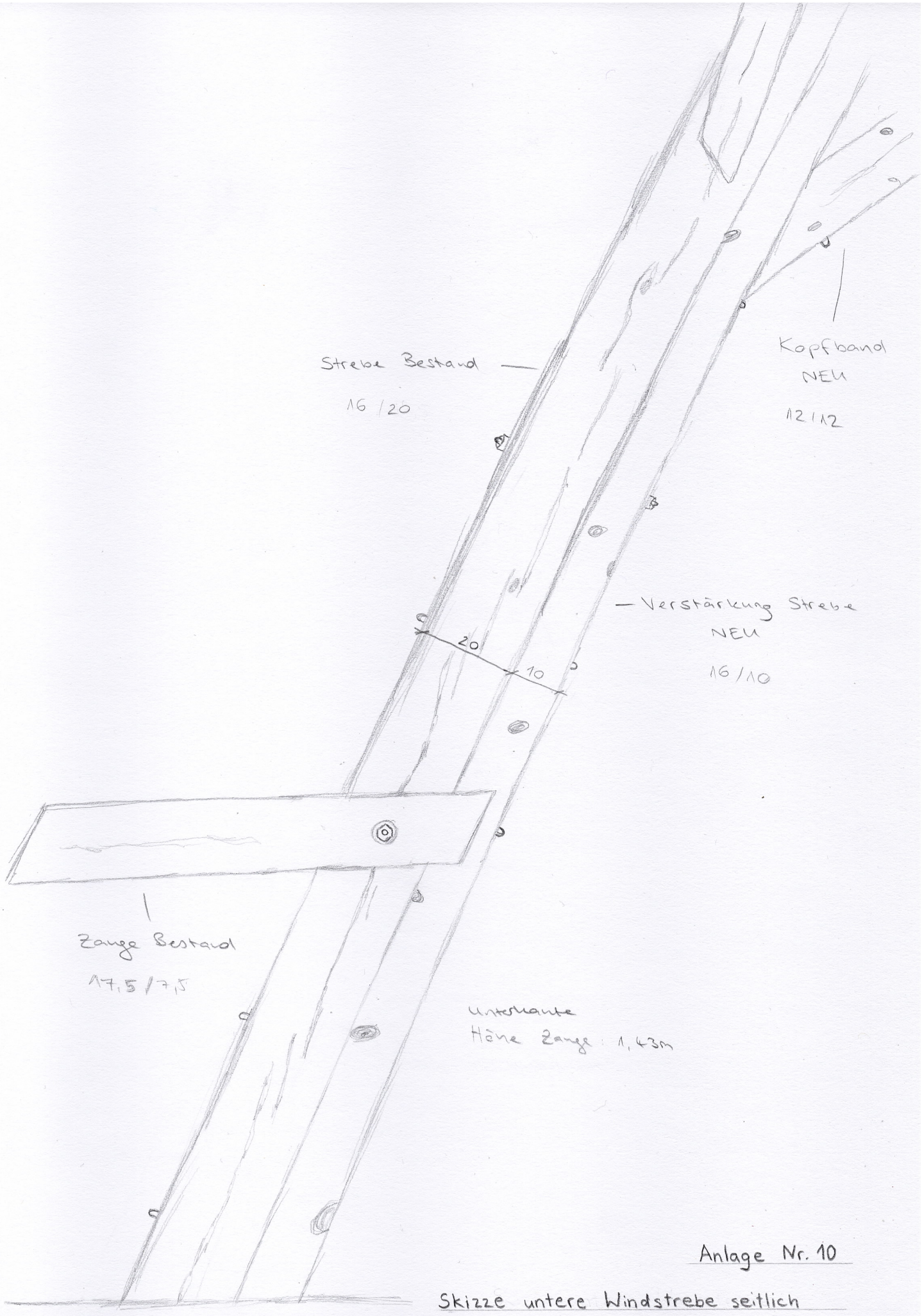
Ba

te
fa

Fiebel 2x
je 2 Bolzen eing.
je 2 Winkel

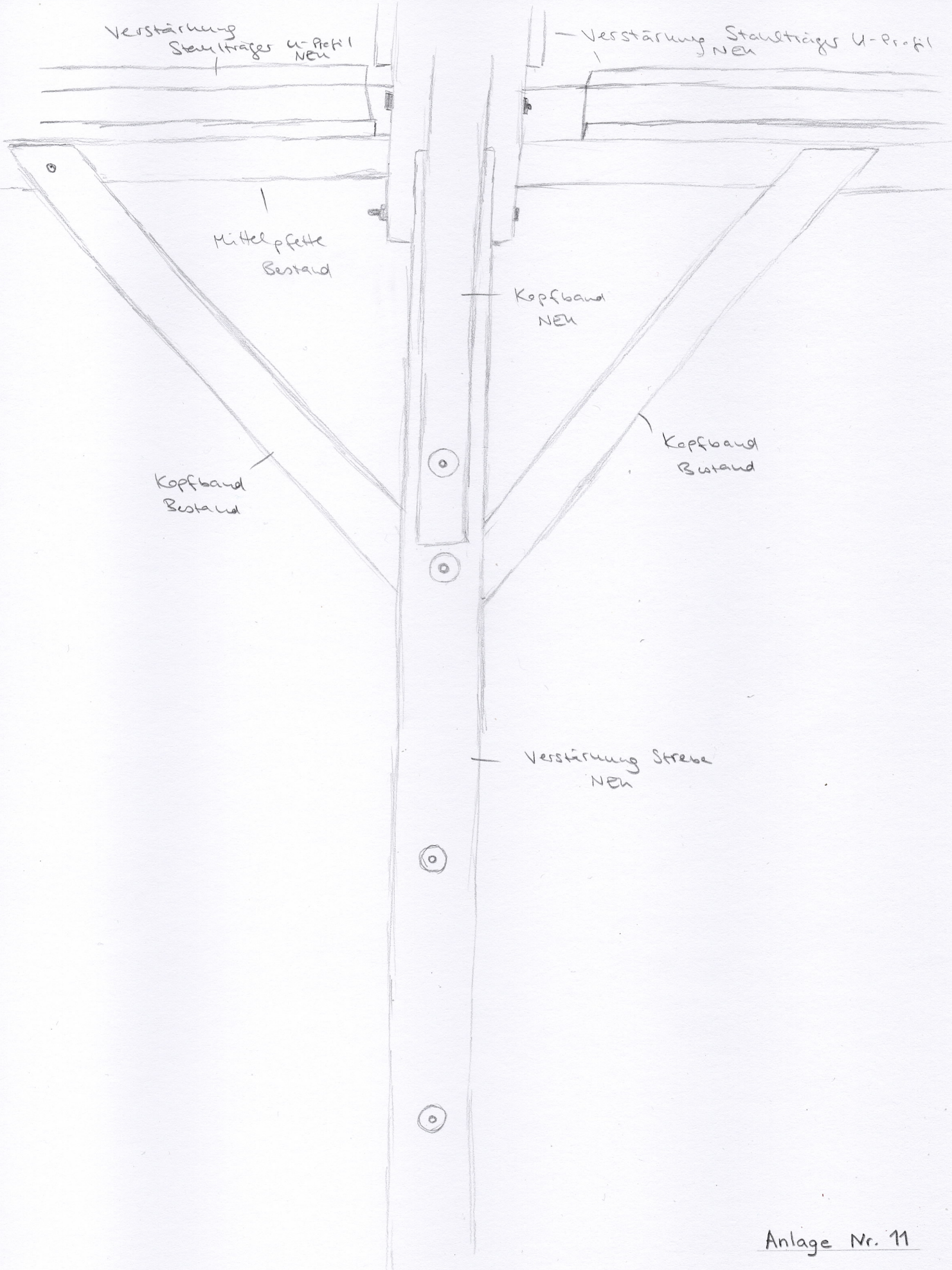
Fa. M. Kühn GmbH & Co. KG
DACHDECKERMEISTERBETRIEB
Dachdecker - Dachklempner - Zimmerer
Gewerbering 5 • 03096 Burg
Telefon 03 56 03 / 6 19 90, Fax 6 19 89

22.09.2011



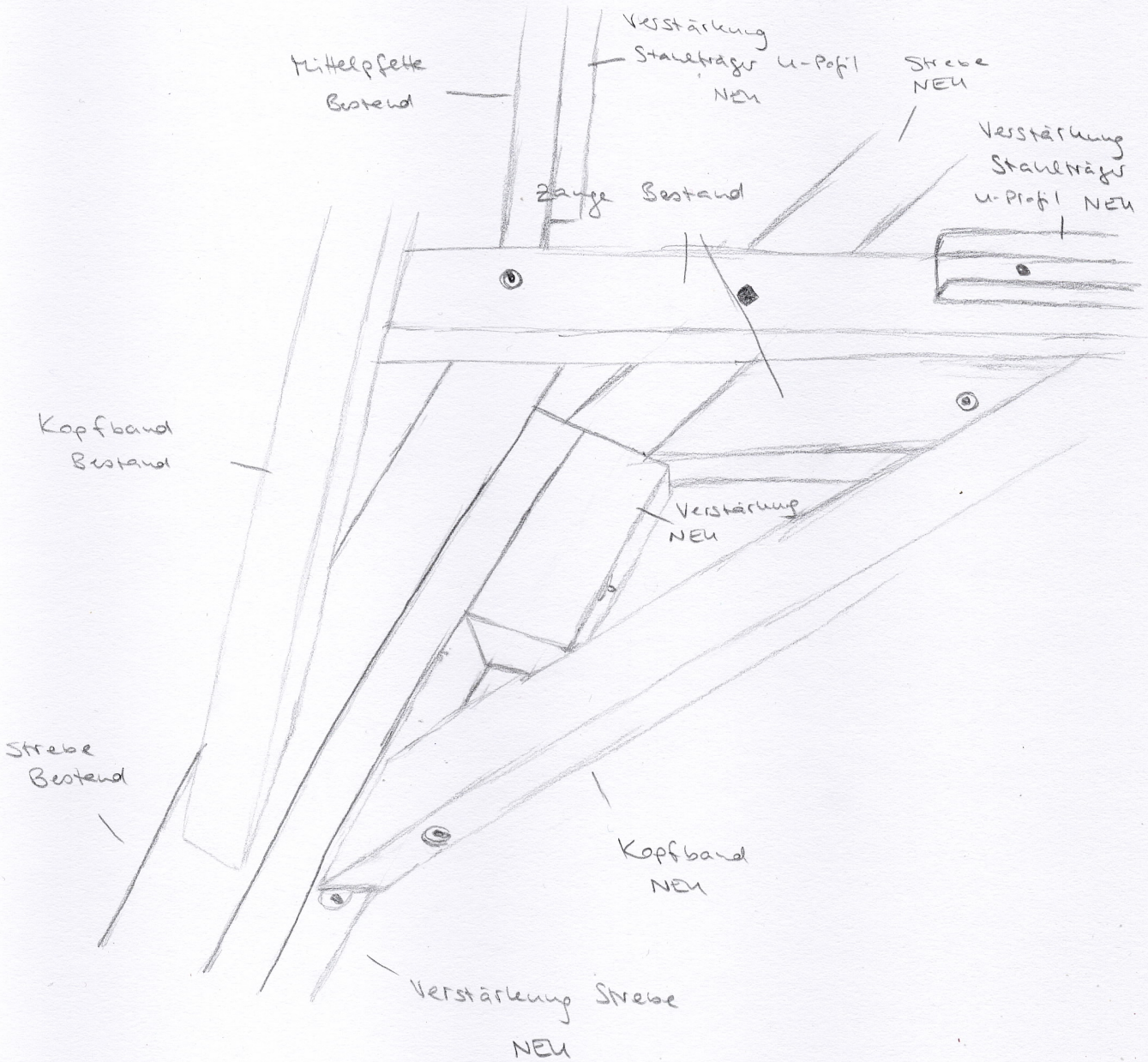
Anlage Nr. 10

Skizze untere Windstrebe seitlich



Anlage Nr. 11

Skizze untere Windstrebe frontal



Anlage Nr. 12

Skizze Knotenpunkt